

- produisent en particulier sur l'œil. *Recueil d'ophtalmologie*, 1883, p. 390.
- BROWN-SEQUARD. Résultats de la section et de la galvanisation du nerf grand sympathique au cou. *Gazette médicale*, 1854, n° 3.
- TSCHERBATSCHIEFF. L'action du courant constant sur l'œil normal. Thèse, Berne, 1880.
- ELLABY. L'action du courant constant sur l'œil normal. *Archives d'ophtalmologie*, 1882.
- PFLUEGER. L'effet des courants sur la tension oculaire. *Congrès d'ophtalmologie*. Milan, 1880.
- MORAT et DOYON. Le grand sympathique nerf accommodateur.
- ANGELUCCI. Les altérations trophiques de l'œil qui suivent chez les mammifères l'extirpation du ganglion cervical supérieur du sympathique. *Archivio d'ottalmologia*, fasc. 1, 2.
- KRAUSE. La physiologie du trijumeau. *Munchener medic. Wochenschrift*, 1895, n° 1, 25-27.
- ONMUS. De l'influence de l'électrisation des ganglions cervicaux supérieurs du grand sympathique sur la circulation de la rétine. *Société de Biologie*, 20 décembre 1873.
- BOUCHERON. Electrothérapie oculaire. *Bulletin général de thérapeutique*, 1876.
- ANGELUCCI. Etudes sur les influences physiologiques du ganglion cervical supérieur du sympathique sur l'œil. *Archivio ottalmol.*, t. III et IV.
- CHÉRON. De la circulation cérébrale et des modifications que peuvent lui imprimer les courants électriques. *Gazette des hôpitaux*, 1874, p. 61.

CHAPITRE III

LA RÉACTION ÉLECTRIQUE DE L'ŒIL

I. — Le phosphène électrique

116. La réaction lumineuse produite par le passage du courant dans l'œil avait frappé les premiers observateurs. Ritter, Fechner, Purkinje, Brunner ont minutieusement étudié et décrit les phosphènes d'ouverture et de fermeture du courant.

De leurs recherches il paraît découler que le phosphène produit par le pôle positif est plus intense que celui produit par le pôle négatif.

Ritter a constaté que la couleur du phosphène changeait selon l'intensité du courant : « Avec le courant ordinaire, au pôle positif apparaît d'abord un phosphène bleu, comme cela arrive d'ailleurs toujours. Augmente-t-on l'intensité du courant, le phosphène devient sombre, verdâtre ; ensuite on a un phosphène jaune, et finalement, à une plus haute intensité, un phosphène d'un rouge vif magnifique. »

« Au pôle négatif, ajoute Ritter, le phosphène est plus difficile à observer ; cependant le changement de couleur se produit aussi : le phosphène est

d'abord rouge, il devient vert avec un courant plus fort, et finalement bleu. A la cessation du courant même phosphène rouge passant au bleu par le vert. »

La couleur du phosphène serait variable selon l'intensité et la direction du courant.

Purkinje décrit ainsi les phosphènes : « Plaçant le pôle positif dans la bouche, le négatif sur l'œil, apparaît dans le champ visuel, vers la partie qui correspond à l'entrée du nerf optique, un cercle violet : en même temps, dans la direction de l'axe optique, apparaît une raie obscure environnée d'une auréole bleue : ensuite un intervalle d'obscurité complète, puis encore une raie bleuâtre : à la périphérie du champ visuel, lueur violette devenant plus vive par place avec les mouvements du globe. La cessation du courant, comme la transposition des pôles (négatif dans la bouche, positif sur l'œil), renverse ces phénomènes : à l'entrée du nerf optique, apparaît une raie sombre entourée d'une zone violette, qui de même qu'une raie violette apparaissant dans le milieu du champ visuel, monte et descend et disparaît s'évanouissant simultanément de chaque côté. Ces phénomènes sont plus brillants à l'entrée du contact ; plus difficiles à observer à la cessation du courant ; ils sont plus intenses avec le courant ascendant qu'avec le courant descendant. »

Brunner de ses expériences faites avec les éléments de Grove (de 1 à 12 éléments) conclue : avec le courant ascendant apparaît un phosphène bleu ; un phosphène rouge avec le courant descendant. Avant le phosphène coloré à l'ouverture comme à la ferme-

ture, sensation lumineuse indépendante du sens du courant.

Si on place les deux pôles, l'un sur un œil, l'autre sur le congénère, phénomènes lumineux dans les deux yeux, aussi bien à l'ouverture qu'à la fermeture : c'est surtout le phosphène bleu du pôle positif qui est apparent et cache le phosphène rouge de l'autre œil.

117. Mais, ainsi que le fait remarquer Brunner, et que l'a constaté encore Velhagen, la couleur, comme la forme des phosphènes, est absolument variable selon les individus. « La couleur, dit Velhagen, a été décrite, non sans quelque préférence pour une nuance, tantôt rouge, tantôt bleue ou jaune ou blanche. La figure était sans doute le plus souvent ronde, mais fréquemment se présentait en forme de lignes radiées ou brisées. »

118. *Quelle est la cause de cette sensation lumineuse?* — Pour Purkinje, il est possible que ces réactions lumineuses soient dues seulement à une excitation du nerf optique et de son expansion sous l'effet d'une compression par rétraction momentanée des tissus que produirait le courant. Ce qui le fait pencher vers cette opinion, c'est la similitude des phosphènes produits par excitation électrique et des phosphènes produits par compression de l'œil.

Onimus et Legros admettent que les phosphènes sont le résultat d'une action réflexe portée sur le trijumeau et non d'une excitation directe du nerf optique.

Cette théorie, émise antérieurement par Béné-

dikt et Althaus, paraît mal fondée, et le cas suivant de Velhagen est bien fait pour la réfuter.

« Charles N..., quarante-six ans, anesthésie du nerf trijumeau droit. Insensibilité absolue de la cornée et de la conjonctive. A droite, leucome de la cornée $V = 3/24$. A gauche $V = 6/6$: œil normal. Des deux côtés la première réaction est vue sous forme d'un éclair de couleur verte, qui est identique dans l'œil sain comme dans l'œil malade. »

Gillet de Grandmont ne peut admettre la théorie de Bénédikt : « Le phosphène est le résultat d'une violence, que j'appellerai électrique, résultat du passage du courant à travers les éléments nerveux de l'œil. » Quant au goût métallique de la bouche que les sujets perçoivent pendant l'électrisation, il l'explique par une action directe des nerfs lingual et glosso-pharyngien qui communiquent à la langue ses propriétés gustatives.

Les étourdissements sont le résultat d'une congestion vers les centres céphaliques. Ils n'apparaissent que lorsque l'intensité des courants est très grande.

119. Est-ce la rétine, est-ce le nerf optique ou ses origines, qui, excités par le courant, donnent la sensation lumineuse ?

Boucheron a essayé de démontrer que la sensation lumineuse produite par le courant est due à l'excitation de la rétine ou du nerf optique seul, ou bien à l'une et à l'autre simultanément, et non à l'excitation des tubercules quadrijumeaux : « Si l'on fait passer le courant à travers le crâne au niveau des apophyses mastoïdes, on n'obtient aucun phosphène.

Cependant soit par les courants directs, soit par les courants dérivés, on excite alors les tubercules quadrijumeaux et l'origine des nerfs optiques, la rétine se trouvant assez loin pour n'être pas impressionnée. »

« Ces faits semblent démontrer, ajoute Boucheron, que les troncs des nerfs de sensibilité spéciale excités par le galvanisme ne transmettent pas à l'encéphale des sensations spéciales et que ces sensations exigent absolument pour se produire le concours des appareils sensoriels terminaux. »

Helmholtz pense que la sensation lumineuse du phosphène est produite par l'excitation de la rétine : « La traversée électrique constante de la rétine à partir de la papille vers les cellules ganglionnaires qui en dépendent donne la sensation d'obscurité ; la traversée opposée donne la sensation de clarté. »

Velhagen au contraire croit que le phosphène est dû seulement à l'excitation du nerf optique : « Les malades 13, 14, 16, 26, 27, 29, 30, 31, 32 et 33 sont tous atteints d'affections graves de la rétine, qui, en partie, ont conduit à l'incapacité des fonctions de cette membrane. Malgré cela nous n'avons noté aucun trouble quantitatif ou qualitatif du phosphène : preuve indubitable que la rétine, dans les cas les plus favorables, ne peut jouer qu'un rôle minime dans la naissance de ce phosphène. »

Ces conclusions seraient inattaquables si chez les malades auxquels il fait allusion, la sclérose des éléments rétinien était complète, le conducteur nerveux lui-même étant indemne : c'est ce qui aurait pu être observé dans des cas de rétinite pigmentaire

typique avec conservation seulement de la vision centrale.

Au contraire, les malades de Velhagen sont atteints de choroïdite, de chorio-rétinite, de décollement incomplet de la rétine, qui ne nous permettent pas d'éliminer aussi complètement qu'il veut le dire l'influence des terminaisons nerveuses rétiniennes.

L'expérience suivante est plus concluante. « Pour un nerf optique, dont le bulbe correspondant était énucléé depuis cinq jours, le premier phosphène avait lieu avec $\frac{3}{5}$ de milliampère. »

Elle nous montre que la disparition des éléments rétiniens n'empêche pas la production du phosphène; sans doute, il faut alors un courant intense, mais la cause de cette différence paraît être due à un défaut de conductibilité, à un retard de transmission : « Je crois que la variation de conductibilité doit être la cause de ce retard ; cette conductibilité comparée à la conductibilité mentionnée du bulbe doit être appelée une mauvaise conductibilité. Combien grand est le rôle de cette dernière, le cas suivant le démontre. Treize jours après, une neurotomie optociliaire, à la suite de laquelle la terminaison centrale du nerf était encore loin de l'ancien point d'entrée, un courant de 3 milliampères seulement produisait une sensation lumineuse, tandis que sept semaines plus tard, après que la rétraction du tissu de nouvelle formation avait permis le rapprochement de la sclérotique, 1 milliampère suffisait. »

Nous pouvons conclure de ces observations que l'excitation seule du nerf optique produit le phosphène, mais nous ne sommes pas encore autorisés

à dire que, dans la production des phosphènes, l'excitation des extrémités nerveuses de la rétine n'entre pas en jeu.

II. — Du phosphène comme moyen de diagnostic.

120. Sarlandière a recours à l'électropuncture pour produire le phosphène galvanique et s'assurer de l'état d'impressionnabilité de la rétine. Il introduit une aiguille au-dessus de l'œil à travers la paupière supérieure, l'autre en dessous du globe, à travers la paupière inférieure. Le passage du courant détermine alors des lueurs et la contracture de l'iris : « Le médecin prudent, qui sera intéressé à ne pas compromettre sa réputation, devra, avant d'entreprendre aucune opération tendant à restituer la diaphanéité des milieux visuels, s'assurer par l'acupuncture s'il y a lieu de faire cette restitution, en déterminant des lueurs par l'excitation galvanique de la rétine et les contractions de l'iris par le même procédé. »

Magendie a observé que dans l'amaurose complète le seul résultat qu'on obtienne du courant galvanique c'est de rendre le malade sensible d'une manière confuse à la présence de la lumière pendant l'expérience.

Hermeschlinger a remarqué qu'un courant électrique appliqué sur la paupière ou la conjonctive et porté à une intensité élevée déterminait des sensations lumineuses variables, selon le degré de paralysie de la rétine : « Elles sont blanchâtres dans l'amblyopie, flamboyantes à un point plus avancé,

bleuâtres lorsque l'amaurose était consommée. »

De ses expériences sur le traitement des amauroses par l'électromagnétisme Schlésinger conclue : « Si les nerfs optiques sont paralysés, il faut un degré relativement très élevé de courant électrique pour produire ces phénomènes lumineux qui sous le rapport de leur couleur paraissent varier selon le degré de la paralysie, de sorte que les images lumineuses bleuâtres appartiennent aux degrés les plus élevés de la paralysie des nerfs optiques, celles rougeâtres, plus flamboyantes, aux degrés inférieurs ; enfin les couleurs blanchâtres, étincelantes, aux degrés les plus faibles. »

121. La recherche des variations qualitatives du phosphène comme moyen de diagnostic de l'état des membranes profondes est une méthode qui ne peut donner aucun résultat : « Je peux confirmer entièrement par mes recherches, dit Velhagen, le passage de Brunner, à savoir que la coloration des phosphènes est chez quelques individus absolument différente, et je puis même y ajouter cette donnée : que la forme du phosphène est absolument inconstante... De ces recherches il s'ensuit pour moi, a priori qu'il est impossible d'établir d'une manière certaine des variations qualitatives de l'appareil optique nerveux malade à peu près analogues à la réaction de dégénérescence du nerf moteur. »

122. Abandonnant l'idée d'établir un diagnostic sur la forme ou la couleur du phosphène, on a cherché à déterminer quelle était l'intensité du courant minimum nécessaire pour produire le phosphène sur l'œil sain.

Velhagen plaçant une des électrodes sur la paupière fermée, l'autre sur la nuque, a observé : « que des enfants de dix à quinze ans voyaient le premier phosphène avec $1/20$ — $1/13$ de milliampère, tandis que les adultes l'accusaient seulement avec $1/13$ — $1/3$ de milliampère ».

123. Passant ensuite à la recherche des phosphènes à l'état pathologique, Velhagen arrive aux conclusions suivantes : « Les opacités et les altérations pathologiques des milieux réfringents sont sans influence sur la réaction galvanique de l'œil ; mais il n'en est pas de même des affections rétiniennes. Même dans les cas d'atrophie très légère de la papille, la réaction galvanique est moins prononcée, plus lente à se manifester. Les résultats sont les mêmes dans les cas de glaucome simple, de chorio-rétinite, de choroïdite disséminée et de rétinite pigmentaire. »

124. Les recherches de Darier sur le même sujet sont antérieures mais paraissent plus exactes.

Voici comment il opère : « Le pôle positif est assujéti au milieu du front ; le pôle négatif, de la forme et de la grosseur d'une olive, est appliqué à la partie supéroexterne du globe. On fait alors passer le courant, augmentant sa force jusqu'à ce qu'on ait obtenu une sensation lumineuse bien évidente. »

Le galvanomètre indique à ce moment l'intensité du courant qui a été nécessaire pour produire cette première réaction, mais cette première réaction n'a aucune valeur, car l'intensité électrique nécessaire pour produire ce phosphène varie avec chaque indi-

vidu et présente de tels écarts qu'on ne peut l'utiliser.

C'est à la réaction secondaire que s'adresse Darier. Après avoir obtenu cette « réaction primaire », il diminue le courant jusqu'à ce que la lueur ne soit plus perçue qu'à son minimum d'intensité.

« Le courant est alors si faible qu'il ne produit aucune sensation sur la peau, et la fermeture du courant n'est trahie que par une sensation lumineuse très légère, que l'on ne perçoit plus déjà à l'ouverture. »

C'est cette réaction qui a des caractères constants et ne demande pas plus d'un dixième de milliampère pour se produire chez des individus sains. C'est à elle seule que s'applique la règle énoncée par Darier.

Darier a trouvé « qu'à l'état physiologique et dans toutes les amblyopies sans lésions, une impression lumineuse est produite sur l'œil par la fermeture d'un courant électrique d'une intensité moindre qu'un dixième de milliampère ; tandis que, dans les cas où le nerf optique est à l'état d'atrophie, il faut un courant d'une intensité beaucoup plus grande (de plus de 3 dixièmes de milliampère) pour produire la même impression lumineuse minimale ».

Dans les amblyopies par intoxication, les amblyopies congénitales, certaines amblyopies hystériques, nous dit Darier, la réaction électrique est normale ; dans les atrophies du nerf optique (sclérose de toute nature), le phosphène n'est produit que par des déviations galvanométriques de 5, 10, 50 ou 100 dixièmes de milliampère.

Cette réaction peut servir encore à éclairer le pronostic : Darier a vu chez des malades atteints d'affections neuro-rétiniennes la cécité arriver rapidement quand la réaction électrique est affaiblie.

Au point de vue de l'influence des pôles, Darier a trouvé qu'en prenant des courants excessivement faibles, la fermeture du catode (P. P) produit une lueur oculaire alors que l'ouverture n'a plus aucun effet. Avec un courant un peu plus fort la fermeture et l'ouverture de l'anode (P. N) provoquent une lueur d'égale intensité, et tantôt c'est l'une, tantôt c'est l'autre qui disparaissent la première. Quant à l'ouverture du catode, c'est elle qui produit le moins d'effet sur le nerf optique et son expansion rétinienne.

Bibliographie.

- SARLANDIÈRE. Mémoire sur l'électro-puncture. Paris, 1825.
 FECHNER. Lehrbuch des Galvanismus.
 BRUNNER. Ein Beitrage zur electricischen Reizung des Nervus Opticus. Leipzig, 1863.
 SCHLESINGER. Amaurose complète des deux yeux traitée avec succès par l'électro-magnétisme. *Oesterreichische medizinische Jahrbucher*, 1845.
 DARIER. De la réaction électrique du nerf optique comme moyen de diagnostic entre l'amblyopie simple et l'atrophie papillaire. *Bulletin de la Société française d'ophtalmologie*, 1884, p. 81.
 VELHAGEN. De l'excitabilité galvanique de l'œil. *Archiv. fur Augenh.*, 1893, XXVII, p. 67.
 LUMBROSO et LEVY. Contribution à l'étude de la réaction électrique de l'œil. *Lo sperimentale*, avril 1894.